



# Een kijkje achter schermen

## Mijn werk als student bij CERN

**Florine de Geus**

Dutch Language Teacher Programme 2023

01-12-2023

# Wie ben ik?

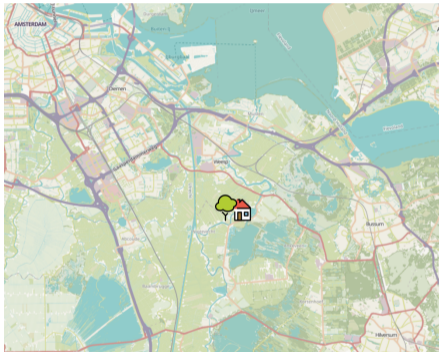
- Florine de Geus
- Nu: Technisch Student in EP-SFT (sinds november 2022)
- Vanaf 2024: PhD-student in EP-SFT



Een greep herinneringen van het afgelopen jaar...

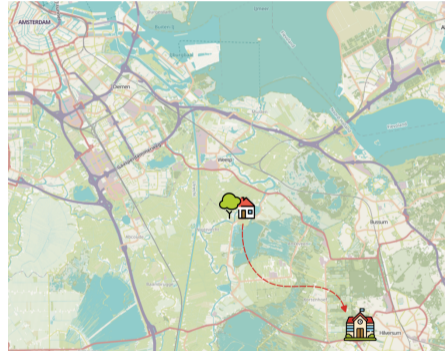
# Mijn achtergrond

- Opgegroeid + basisschool in **Nederhorst den Berg**



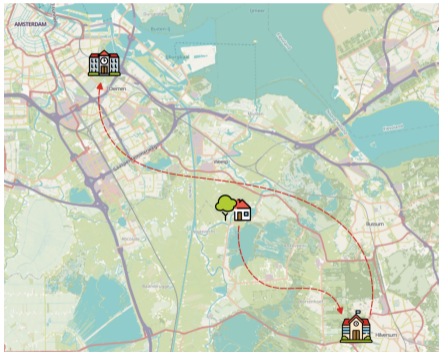
# Mijn achtergrond

- Opgegroeid + basisschool in **Nederhorst den Berg**
- Middelbare school in **Hilversum**
  - ▶ Onderbouw *HAVO/VWO*
  - ▶ Bovenbouw *VWO, Natuur & Techniek* (+ Filosofie en Informatica)



# Mijn achtergrond

- Opgegroeid + basisschool in **Nederhorst den Berg**
- Middelbare school in **Hilversum**
  - ▶ Onderbouw *HAVO/VWO*
  - ▶ Bovenbouw *VWO, Natuur & Techniek* (+ Filosofie en Informatica)
- Universiteit in **Amsterdam (UvA)**
  - ▶ Bachelor in *Informatica*
  - ▶ Master in *Software Engineering*



# Hoe ben ik bij CERN terechtgekomen?

Hoe het allemaal begon, februari 2022...

Hi Florine,

How are you? How is the SE program?

I am writing to ask whether you are interested in a project at CERN for your graduation (and potentially after). Let me know - and we can discuss in a short meeting.

Regards,

# Hoe ben ik bij CERN terechtgekomen?

Hoe het allemaal begon in februari 2022...

Hi Florine,

How are you? How is the SE

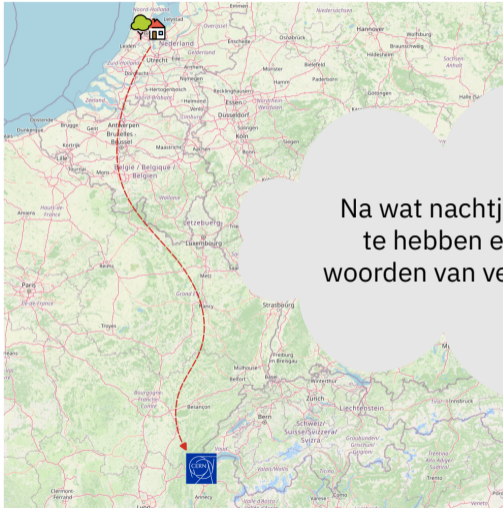
I am writing to ask whether you  
know - and we can discuss in

Regards,

Unieke kans! Maar ook  
spannend en onzeker...

and potentially after). Let me

# Hoe ben ik bij CERN terechtgekomen?



Na wat nachtjes erover geslapen  
te hebben en bemoedigende  
woorden van verschillende mensen



# Mijn werk bij CERN

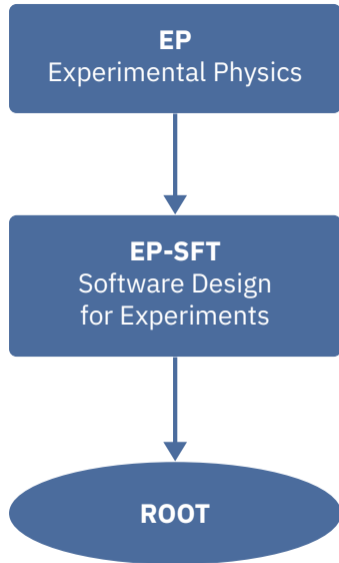
# EP-SFT

**EP** De experimenten, en alles wat daar mee te maken heeft

- De vier LHC-experimenten en diverse kleinere experimenten
- Drie ondersteunende groepen, waaronder **SFT**

**SFT** Wetenschappelijke software voor de experimenten

- o.a. software stacks, simulatie, **data-analyse**



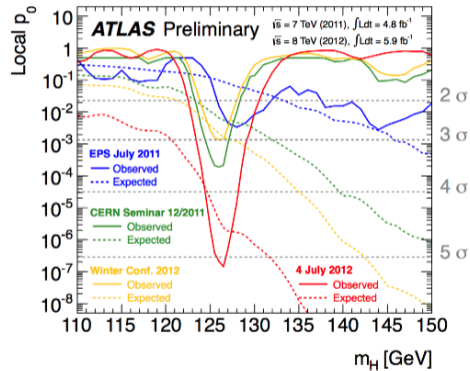
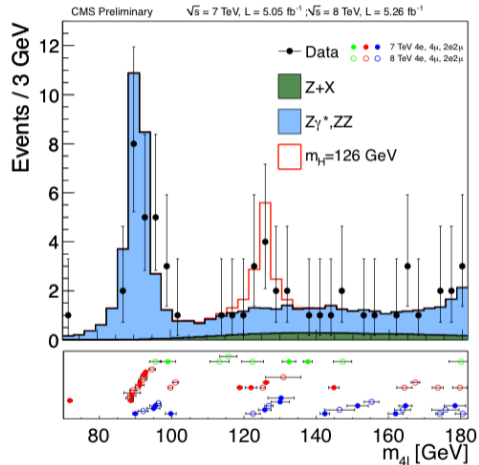
# Data-analyse met ROOT

(Bijna) alle ingrediënten om van ruwe data tot nieuwe natuurkundige inzichten te komen:

- Schrijven en lezen van data (I/O)
- Definiëren van analysestappen
- Vullen van histograms
- Fitten van data
- Statistische analyse
- Genereren van plots



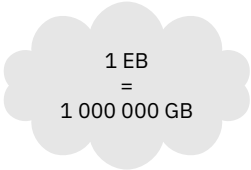
# Het Higgsdeeltje is gevonden met behulp van ROOT!



# Mijn werk binnen ROOT

**ROOT I/O:** Het efficiënt wegschrijven en weer uitlezen van natuurkundedata

- Er is tot nu toe meer dan 1.5 *exabyte* aan LHC data, opgeslagen in datacentra over de hele wereld<sup>1</sup>
- Jaarlijks wordt 1 *exabyte* ‘aangeraakt’ (i.e. geschreven of gelezen)<sup>1</sup>
- Het overgrote deel hiervan is in ROOT’s huidige dataformat: **TTree**



1 EB  
=  
1 000 000 GB

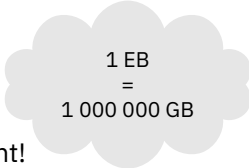
---

<sup>1</sup>Bron: Key Facts and Figures – CERN Data Centre

# Mijn werk binnen ROOT

**ROOT I/O:** Het efficiënt wegschrijven en weer uitlezen van natuurkundedata

- Er is tot nu toe meer dan 1.5 *exabyte* aan LHC data, opgeslagen in datacentra over de hele wereld<sup>1</sup>
- Jaarlijks wordt 1 *exabyte* ‘aangerakt’ (i.e. geschreven of gelezen)<sup>1</sup>
- Het overgrote deel hiervan is in ROOT’s huidige dataformat: **TTree**



1 EB  
=  
1 000 000 GB

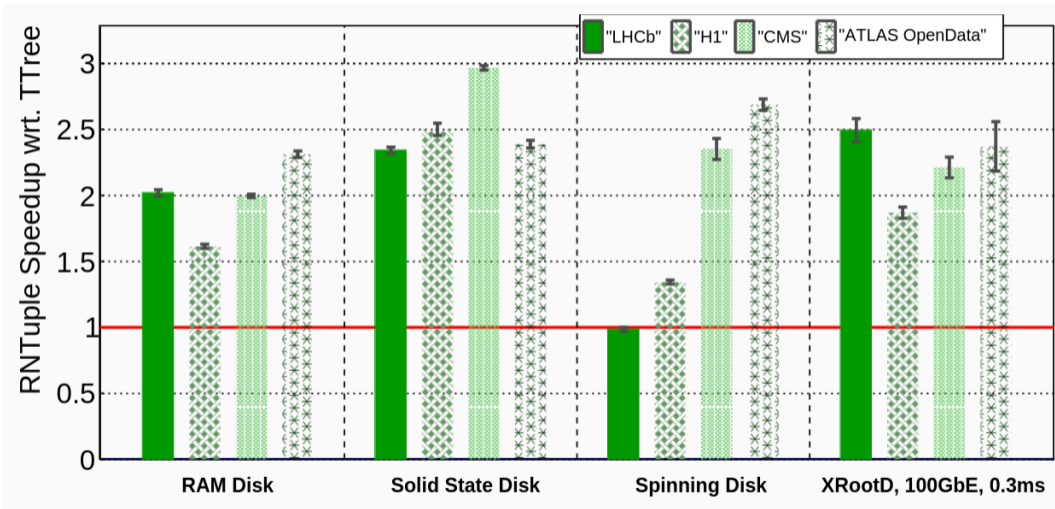
Vanaf 2029 (LHC Run 4) wordt **10x zo veel data**<sup>1</sup> verwacht!

- TTree loopt tegen verschillende limieten aan
- Momenteel druk aan het werk aan de opvolger: **RNTuple**

---

<sup>1</sup>Bron: Key Facts and Figures – CERN Data Centre

# TTree vs. RNTuple op dit moment



## Mijn werk binnen ROOT (in de praktijk)

Mijn project dit afgelopen jaar: **het evalueren van RNTuple voor ATLAS**

- ▶ Hoe presteert RNTuple t.o.v. TTree gegeven het datamodel van ATLAS?
- ▶ Welke functionaliteit mist er nog in RNTuple zodat het gebruikt kan worden door ATLAS?



# Mijn werk binnen ROOT (in de praktijk)

Mijn project dit afgelopen jaar: **het evalueren van RNTuple voor ATLAS**

- ▶ Hoe presteert RNTuple t.o.v. TTree gegeven het datamodel van ATLAS?
- ▶ Welke functionaliteit mist er nog in RNTuple zodat het gebruikt kan worden door ATLAS?

Concreet betekent dit:

- Code schrijven (en lezen!)
- Uitvoeren van benchmark-experimenten
  - + Maken van plots
  - + Begrijpen van de resultaten :-)
- Overleg met software-experts (binnen ROOT en ATLAS)
- Vooral in het begin: inlezen/begrijpen hoe zo'n experiment precies werkt en welke rol ROOT daarin speelt
- Bijwonen van verschillende lezingen/colloquia<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Niet per se direct gerelateerd aan mijn project, wel heel leuk en leerzaam!

# Uitdagingen voor RNTuple

## Efficiëntie

- Hoe kunnen we de data zo compact mogelijk opslaan, en het tegelijkertijd zo snel mogelijk wegschrijven en (vooral!) weer teruglezen?
- Hoe kunnen we optimaal gebruik maken van moderne (hardware)technieken?

## Gebruiksvriendelijkheid

- Hoe kunnen we de overstap van TTree naar RNTuple zo soepel mogelijk laten verlopen?
- Hoe kunnen we RNTuple zo goed mogelijk laten samenwerken met de andere ROOT-componenten?

# Uitdagingen voor ROOT

- Hoe blijven we up-to-date met nieuwe ontwikkelingen op het gebied van soft- en hardware, en kunnen we de (soms wel) 25-jaar oude code hierop aanpassen?
- ROOT is geschreven in C++, maar steeds minder studenten leren deze programmeertaal. Hoe gaan we hier mee om?
- Hoe zorgen we ervoor dat gebruikers ROOT op de “juiste” manier leren te gebruiken?

## Persoonlijke ervaringen en lessen

- De hoofdtak van CERN is natuurlijke deeltjesfysica – veel meer andere disciplines en domeinen nodig om dit voor elkaar te krijgen!

## Persoonlijke ervaringen en lessen

- De hoofdtak van CERN is natuurlijke deeltjesfysica – veel meer andere disciplines en domeinen nodig om dit voor elkaar te krijgen!
- November is niet de gezelligste maand om te beginnen (maar wel meteen de mogelijkheid voor ondergrondse bezoeken)

## Persoonlijke ervaringen en lessen

- De hoofdtak van CERN is natuurlijke deeltjesfysica – veel meer andere disciplines en domeinen nodig om dit voor elkaar te krijgen!
- November is niet de gezelligste maand om te beginnen (maar wel meteen de mogelijkheid voor ondergrondse bezoeken)
- Je wordt best wel in het diepe gegooid, en de eerste maanden kunnen best onproductief voelen

# Persoonlijke ervaringen en lessen

- De hoofdtak van CERN is natuurlijke deeltjesfysica – veel meer andere disciplines en domeinen nodig om dit voor elkaar te krijgen!
- November is niet de gezelligste maand om te beginnen (maar wel meteen de mogelijkheid voor ondergrondse bezoeken)
- Je wordt best wel in het diepe gegooid, en de eerste maanden kunnen best onproductief voelen
- Heel cool om te realiseren dat waar jij aan werkt bij gaat dragen aan een volgende (misschien wel grote) ontdekking, ook al is het maar een klein onderdeel

## Persoonlijke ervaringen en lessen

- De hoofdtaak van CERN is natuurlijke deeltjesfysica – veel meer andere disciplines en domeinen nodig om dit voor elkaar te krijgen!
- November is niet de gezelligste maand om te beginnen (maar wel meteen de mogelijkheid voor ondergrondse bezoeken)
- Je wordt best wel in het diepe gegooid, en de eerste maanden kunnen best onproductief voelen
- Heel cool om te realiseren dat waar jij aan werkt bij gaat dragen aan een volgende (misschien wel grote) ontdekking, ook al is het maar een klein onderdeel
- Je ontmoet ontzettend veel mensen!



## Persoonlijke ervaringen en lessen

- De hoofdtak van CERN is natuurlijke deeltjesfysica – veel meer andere disciplines en domeinen nodig om dit voor elkaar te krijgen!
- November is niet de gezelligste maand om te beginnen (maar wel meteen de mogelijkheid voor ondergrondse bezoeken)
- Je wordt best wel in het diepe gegooid, en de eerste maanden kunnen best onproductief voelen
- Heel cool om te realiseren dat waar jij aan werkt bij gaat dragen aan een volgende (misschien wel grote) ontdekking, ook al is het maar een klein onderdeel
- Je ontmoet ontzettend veel mensen!
- Voor iemand die altijd wel geïntereiseerd was in natuurkunde maar er niet bijzonder goed in was op school is dit een ideale positie :-)

# Links

- ROOT
- Mogelijkheden binnen CERN voor studenten:
  - ▶ Summer student programme
  - ▶ Technical student programme
  - ▶ Short-term internship programme